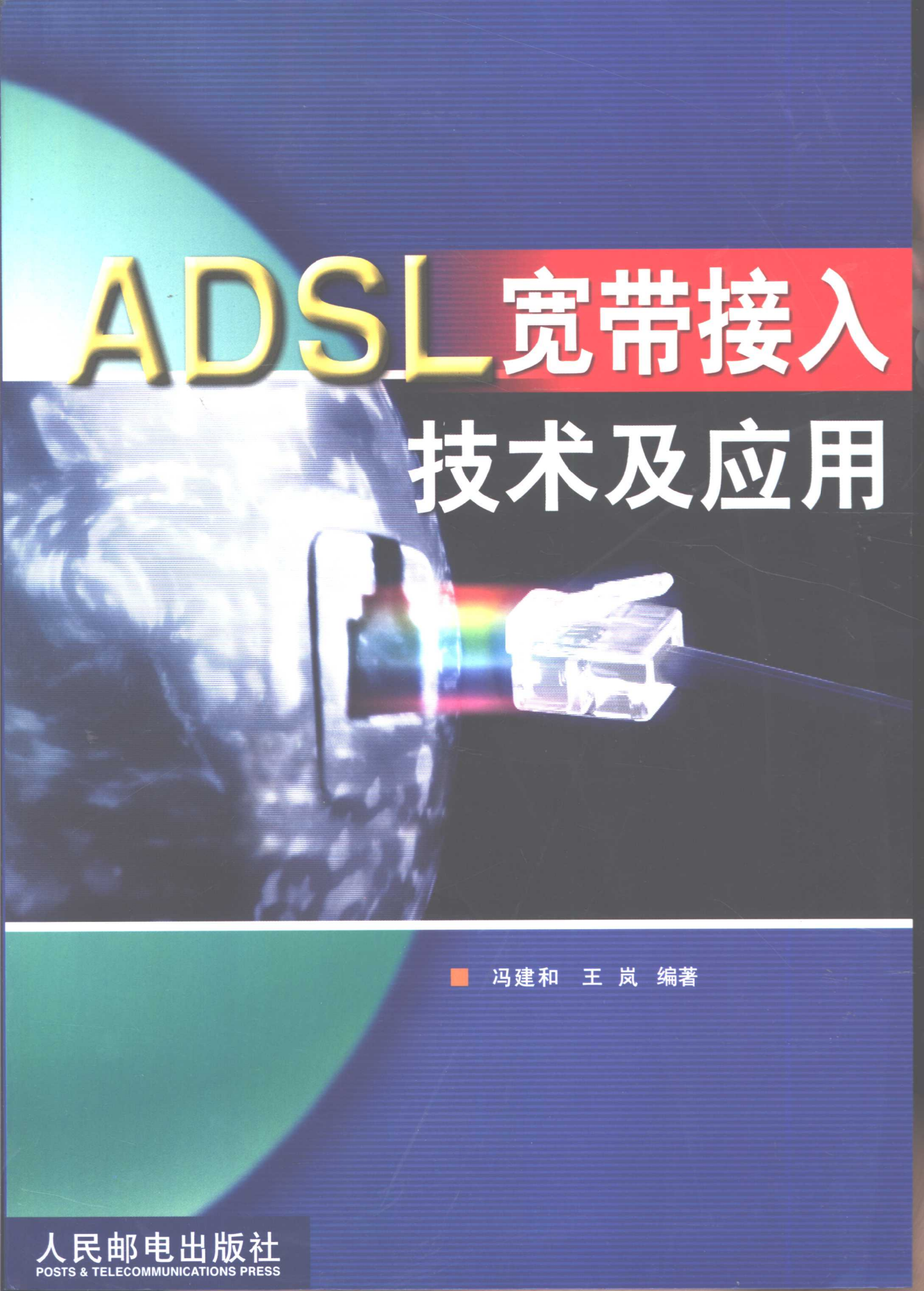


ADSL 宽带接入 技术及应用



■ 冯建和 王 岚 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

ADSL 宽带接入 技术及应用

冯建和 王 岚 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

ADSL 宽带接入技术及应用/冯建和王岚编著. —北京:
人民邮电出版社, 2002. 7

ISBN 7-115-10358-5

I. A… II. ①冯…②王… III. 宽带通信系统—接入网,
ADSL—通信技术 IV. TN915.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 038284 号

ADSL 宽带接入技术及应用

◆ 编 著 冯建和 王 岚
责任编辑 杨 凌

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 446 千字 2002 年 7 月第 1 版
印数: 1-4 500 册 2002 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10358-5/TN · 1893

定价: 32.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书较为详细地阐述了 xDSL 技术的产生、发展和广泛应用,重点介绍了 ADSL 技术。对于 ADSL 技术的介绍分为网络层和核心技术层两个层面,通过网络层的介绍,便于快速把握 ADSL 接入技术的全貌,了解它与 xDSL 技术的关系以及在宽带通信网络中的位置;在对核心技术层面的介绍中,涉及了 ADSL 编码调制技术,如 DMT、CAP、QAM 等,以及发送和接收模块设计等。

结合宽带通信支持网络,本书概要阐述了通信网络技术基础知识,包括计算机网络互联基础和 ATM 宽带网络技术;深入解析了 ADSL 宽带接入通信网络系统协议栈,对于计算机网络协议和通信网络技术的结合做了系统的分析;介绍 ADSL 各种工程应用,包括用户端硬件安装和软件设置,ADSL 网络测试和维护等。

作为 ADSL 宽带接入的相关知识,本书对于有线电视的 HFC 技术和 Home PNA 技术也进行了讨论和客观的比较,并对于宽带接入的未来给予了展望。

本书的读者对象为对 ADSL 接入技术感兴趣的工程技术人员和工程技术管理人员以及高等院校相关专业的本、专科学生。

2015.12

序 言 (1)

电信技术、电信行业,如果从电报开始算起,已经有了 160 多年的历史。19 世纪后半叶有两项重要发明,它们分别是 1876 年贝尔发明的电话和 1895 年马可尼发明的无线电。但是严格意义上的信息文明的建设,还是应该以 1948 年纽曼的存储程序式电脑和同一时期的肖克莱的晶体管的发明作为起点来加以考察更为科学。

20 世纪的最后 30 年,是信息技术高速发展的时期。在这一时期,大规模电路集成能力、电脑的信息处理能力、光纤的信息传输能力、网络的连接能力的高速增长都可以用摩尔定理来描述。也就是说,上述几项技术能力分别以每一年半翻一番、或者是每一年翻一番,甚至每半年翻一番的速度在持续发展。今天,建设中的信息网络集信息技术之大成,正在成为人类社会的一项基础设施。同时,信息网络的建设和应用也正在改变着我们的世界:改变经济增长方式,改变人类生活习惯,改变人们思维模式。

人类社会在发展,信息交换的数量要增加,信息交换的质量需提高,于是很自然地就要求信息网络具备一个特征:宽带。网络需求的宽带向各种复用技术索取,现代光通信技术就是利用空分复用、时分复用和频分复用,支持着信息网络向宽带化方向发展。一根光缆容纳十几、几十甚至上百条光纤通道的技术已经成熟;电信骨干网在一条光纤中传输速率从 155Mbit/s 到 10Gbit/s 的系统设备已经投入商用,甚至 40Gbit/s 的系统设备也已经开始投放市场。更值得一提的是,由于 80 年代中期光纤放大器的发明,使得波(频)分复用技术在 90 年代中期走向实用。现在,在一根光纤中传输 8、16、32 波长甚至 64、128 波长的技术能力已经具备。正是上述各种复用技术支持着国家的、国际的宽带网的传输和交换。

高速宽带的骨干网固然重要,然而,宽带接入到千家万户才是网络建设的真正目的,如果没有足够的接入带宽,那么网上业务就只能停留在话务、浏览、聊天、电子邮件这些最基本的功能上,许多诸如远程教育、远程医疗、视频会议、可视电子邮件、视频点播、音乐及电影的下载等服务都将难以开展。而各种丰富多彩的宽带应用在给人们工作生活带来巨大的便利的同时,也将创造一个庞大的宽带接入市场。据一项调查,2010 年全球宽带市场规模将达 5 800 亿美元,宽带上网家庭总计将达 9 亿个。届时,亚洲将有约 2.5 亿个家庭和 3 760 万个中小型企业使用宽带连线,美国宽带接入市场将由约 1 亿个家庭和 1 400 万个中小型企业构成,而欧洲约有 1.6 亿个家庭和 3 080 万个中小型企业使用宽带网。

实际上,宽带接入已经成为世界各国信息产业界关注的一个焦点,相当大的一部分资金已经投向了宽带接入网。就通信网络整体来讲,所有电信网络宽带业务都需要通过宽带接入网来实现,因此各式各样的宽带接入技术竞相寻找各自的市场,非对称数字用户环路(ADSL)技术正是众多宽带接入技术方案中的一种。

冯建和于 1998 年 9 月至 2001 年 5 月在我的研究组攻读博士学位,并参加过国家自然科学基金项目、和 863 重大科研项目研究,对于宽带接入通信网络系统做过较为深入的分析研究。毕业后,在北京电信公司网络局从事宽带接入网络相关问题的研究和宽带网络工程应用

的设计工作。在国内、外通信类期刊已发表论文 30 余篇。

一年前,冯建和博士告诉我想写一本关于 ADSL 宽带接入技术方面的书,我是鼓励他的,也曾对草稿提了一些建议。现在他和王岚合作编写的《ADSL 宽带接入技术及应用》一书就要出版了,希望这本书能够对我国的宽带接入网建设有所贡献。



北京邮电大学 校长 林金桐 教授

2002 年 4 月

序 言 (2)

尽管由于受 .com 泡沫破灭和全球经济趋缓的影响,全球电信业陷入了低迷状态,但互联网的蓬勃发展和电信网络宽带化的基本趋势并未改变,宽带业务依然是这个时代最令人神往和有着广阔发展前景的领域。而宽带接入是实现宽带业务的基础和关键,也是整个宽带网建设的难点所在。由于市场的推动、技术的进步和竞争的驱使,近年来中国掀起了宽带接入网的建设高潮,无论是传统电信运营商还是新兴的宽带服务提供商都在宽带接入网上进行了非常大的投入。不同的运营商由于拥有不同的网络现状、不同的业务定位和不同的市场策略,往往采取了不同的宽带接入手段。而利用固有的铜缆电话线的 ADSL 技术是当今最重要的宽带接入技术,是现阶段传统电信运营商迅速占领宽带接入市场的主要手段,发展非常迅猛。

该书对 ADSL 技术及其网络应用进行了全面系统的介绍,内容非常丰富,既有详实的基础理论,也有大量的工程应用案例,而且作者很好地总结了 ADSL 网络的实际建设和运营经验,因此该书是一本难得的关于 ADSL 接入技术及应用的参考书。无论是对于 ADSL 技术的初学者还是 ADSL 设备开发者、网络的建设或运营人员,该书都是非常有参考价值的。我非常乐意向各位读者推荐该书,而且相信各位读者也会与我一样从该书受益,让它成为案头必备的参考资料。



唐雄燕 博士

(中国网络通信集团北京市通信公司副总工程师
北京通信学会常务理事
北京邮电大学兼职教授)

2002 年 5 月

前 言

所谓“宽带接入”是指用户需要通过一定的通信基础网络支持实现用户和 Internet 的高速联接。由于包括历史原因等在内的多种因素,从通信基础网络到用户端“最后一公里”成为宽带接入的“瓶颈”。用户宽带接入 Internet 技术实现可以分为两个步骤:用户宽带接入通信网络和通过通信网络实现用户宽带接入 Internet。

传统电信基础网络正逐步向接入网络的宽带化、传送网络的宽带化和交换网络的宽带化方向发展,电信基础网络正在进行由接入窄带化网络向接入宽带化网络过渡和建设,以支持用户宽带接入。

ADSL 技术利用现有用户双绞铜线能够满足用户宽带接入通信网络的业务需求,是实现“宽带上网”和“网上高速冲浪”的理想选择。ADSL 宽带接入能够很好地解决基础电信网络利用双绞铜线宽带接入 Internet 的“瓶颈”问题。依托电信基础网络的 ADSL 接入方式已经或必将成为宽带接入通信网络技术中的主流技术(注:ADSL 接入技术和以太网接入技术为我国两大主流宽带接入通信网络技术)。

已有的调查表明,ADSL 在中国的应用已经历了技术测试、商业试运营两个阶段,现在正进入大规模商业部署阶段。对于 ADSL 接入技术而言,工程技术人员大多涉及工程应用,对 ADSL 技术细节并不很清楚,存在所谓“知其然,而不知其所以然”的问题。根据我国通信网络发展现状,本书对于 ADSL 接入宽带通信网络技术与应用进行了详细的介绍。

ADSL 接入宽带通信网络系统涉及到两个通信网络:计算机网络和电信基础网络,涉及到的技术知识非常广泛,一般工程技术人员很难把握。本书的主要内容包括 4 个方面:ADSL 接入技术、ADSL 接入通信网络技术基础、IP over ATM over ADSL 以及 ADSL 宽带接入工程应用。

一、ADSL 接入技术方面

较为详细地介绍了 ADSL 的产生、发展和应用过程,对于 ADSL 技术做了比较详尽的阐述分析。为了便于读者阅读,并适应不同的读者群的需要,对于 ADSL 分为网络层和核心技术层两个层面进行介绍。网络层的介绍面向工程技术人员,使他们能够快速把握 ADSL 接入技术全貌,了解它与 xDSL 技术的关系以及在宽带通信网络中的位置;核心技术层的介绍深入阐述了 ADSL 编码调制技术,如 DMT、CAP、QAM 等,本书在数字通信理论的基础上详细地叙述了各种编码调制技术的实现,尤其对于 DMT 调制。作为核心技术之一的收发器的介绍也可以作为相关工程技术人员的参考。两个层面的介绍相互呼应,完整演绎了 ADSL 接入技术。

二、ADSL 接入通信网络技术基础方面

详细介绍了高速发展中的 Internet 基础知识,包括概要介绍计算机 TCP/IP 网络互联体系结构、TCP/IP 网络互联参考模型、TCP/IP 网络互联协议和网络协议栈、TCP/IP 互联网络地址规则(包括下一代 IP, IPv6)与地址解析协议等。在电信基础支持网络方面,介绍了与 ADSL 接入技术相关的 ATM 宽带网络技术,内容包括 ATM 基本原理、ATM 信元与统计复

用、ATM 适配、交换、ATM 拥塞控制以及 ATM 宽带网络应用等。

三、IP over ATM over ADSL

比较详细地介绍了 ADSL 宽带接入与通信支持网络系统的关联问题。详细讨论了 ADSL 宽带接入通信网络系统协议栈,对通过 ADSL 接入技术实现用户接入 Internet 涉及到的计算机网络协议和通信网络技术的结合做了比较详细的分析。包括:IP over ATM、IP over ATM over ADSL 等。

四、ADSL 接入工程应用方面

ADSL 技术在通信网络中的工程应用对于工程技术人员具有一定的参考价值。本书从施工、测试、维护等方面都做了详细的介绍。作为与 ADSL 接入对应的 HFC 接入技术,本书也做了分析,并对两种技术进行了客观的比较。从现存的网络技术出发,从经济角度和技术应用的难易程度考虑,全面、客观的分析、比较仍是本书的超越之处。

本书共分 17 章,按照章节内容安排可以分为 6 个部分:

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| (1) ADSL 接入网络层技术部分 | 包括第 1、2、3、4 章 |
| (2) ADSL 接入核心技术层部分 | 包括第 5、6 章 |
| (3) IP 接入网络基础与电信支持网络技术基础部分 | 包括第 7、8 章 |
| (4) ADSL 接入宽带通信网络协议部分 | 包括第 9、10 章 |
| (5) ADSL 接入工程应用部分 | 包括第 11、12、13、14、15 章 |
| (6) 与 ADSL 接入技术对应的其他接入技术及其比较 | 包括第 16、17 章 |

本书四个方面 6 个部分紧密结合,完整介绍了 ADSL 接入宽带通信网络系统的理论与实践,实际上是计算机网络和通信网络“两网融合”的概念(涉及到“三网合一”,但这不是本书的重点)。以 ADSL 接入技术来讨论用户接入宽带通信网络系统,从用户计算机终端高速接入 Internet 来统一讨论计算机网络和通信网络,专业跨度比较大。

在全书 17 个章节中,第 5 章、第 6 章、第 13 章第 2 节和第 16 章第 5、6 节,由王岚编写,第 10 章和第 11 章由王岚、冯建和共同编写,其余各章节由冯建和编写,王岚对全书进行了编辑和校对,全书由冯建和统稿,由北京邮电大学校长、博士生导师林金桐教授主审。非常感谢林老师在繁忙的科研和工作之余,抽时间对本书的编写进行指导;同时也感谢我们的同事和朋友们的热情支持和帮助。

由于时间仓促,作者水平有限,书中难免存在不当和错误,恳请读者指正。

冯建和 王岚
2002 年 2 月于北京

目 录

第 1 章 ADSL 接入技术概述	1
1.1 用户接入通信网络系统	2
1.2 用户通信业务分类	3
1.3 用户业务带宽特性	5
1.4 多种宽带接入技术	6
1.5 xDSL 接入技术方兴未艾	7
1.6 国内外宽带 ADSL 接入技术发展调查	8
1.7 ADSL 能够实现的用户业务类型与用户分类	10
1.8 ADSL 宽带接入应用	11
第 2 章 xDSL 技术	13
2.1 E1/T1 技术与 xDSL 技术	14
2.2 铜线宽带接入限制因素	15
2.2.1 用户线路高频传送衰减	15
2.2.2 近端串扰和远端串扰	15
2.3 xDSL 的兴起	16
2.3.1 xDSL 业务需求	16
2.3.2 先进的编解码技术	16
2.3.3 回波抵消技术与 FDM 技术应用	17
2.4 xDSL 技术分类	19
2.4.1 速率对称型	19
2.4.2 速率非对称型	20
2.5 xDSL 调制技术	21
2.5.1 QAM 调制技术	21
2.5.2 CAP 调制技术	22
2.5.3 DMT 调制技术	22
2.5.4 2B1Q 调制技术	22
2.6 xDSL 标准化过程	23
2.7 ITU-T 有关 xDSL 建议规范	23
2.7.1 G.992.1 建议定义 ADSL 收发器(G.dmt)规范	24
2.7.2 G.992.2 建议定义无分离器 ADSL 收发器(G.lite)规范	24
2.7.3 G.991.1 建议定义 HDSL 传送系统	24

2.7.4 G.991.2 建议定义 SHDSL 收发器	25
2.8 xDSL 技术比较	25
第 3 章 ADSL 接入宽带通信网络系统模型	27
3.1 ADSL 技术标准	28
3.2 G.dmt 和 G.lite	28
3.3 业务服务通用参考配置模型	29
3.3.1 G.dmt 参考模型	30
3.3.2 G.lite 参考模型	31
3.4 ADSL 管理层配置参考模型	32
3.5 接入网络协议参考配置	32
3.6 数据业务模型	34
3.6.1 端到端数据连接	34
3.6.2 服务选项	35
3.7 服务框架	36
3.7.1 访问配置	37
3.7.2 功能需求	37
3.8 宽带服务网络	38
3.8.1 客户前端网络	38
3.8.2 接入网络	38
3.8.3 城域宽带网络	39
3.8.4 服务提供商网络	39
3.9 数据传送参考模型	39
3.9.1 ATU-C 发射机参考模型	39
3.9.2 ATU-R 发射机参考模型	41
第 4 章 ADSL 宽带接入技术指标	44
4.1 ADSL 承载信道功率谱特性	45
4.2 ADSL 承载信道	49
4.3 ADSL 系统传送等级	50
4.3.1 传送等级 2M-0 的承载信道配置	51
4.3.2 传送等级 2M-1 的承载信道配置	51
4.3.3 传送等级 2M-2 的承载信道配置	52
4.3.4 传送等级 2M-3 的承载信道配置	52
4.3.5 双工承载信道速率	52
4.3.6 组合配置选项	52
4.4 ADSL 系统应用传送能力配置	53
4.4.1 ADSL 的两种传输模式	53
4.4.2 基于 STM 数据总的传送比特率	54

4.4.3 基于 ATM 信元数据传送速率	55
4.4.4 用于 ATM 传送的总的比特率	56
4.4.5 STM /ATM 数据传送开销功能信道对应的速率	56
4.4.6 净负荷传送时延	56
第 5 章 ADSL 编码调制技术	57
5.1 单载波调制编码技术	58
5.1.1 2B1Q	58
5.1.2 正交幅度调制(QAM)编码	58
5.1.3 无载波幅度 /相位编码(CAP)	60
5.2 多载波调制编码技术	60
5.2.1 DMT 调制的原理	61
5.2.2 DMT 技术的挑战	69
5.3 几种调制方式的比较	71
5.3.1 自适应均衡	71
5.3.2 功耗	71
5.3.3 速率	71
5.3.4 设备复杂度	71
5.3.5 小结	72
第 6 章 ADSL 收发器工作原理	73
6.1 收发器的帧结构	74
6.1.1 参考点	74
6.1.2 复帧结构	75
6.1.3 数据帧结构	77
6.2 发送和接收模块设计	79
6.2.1 扰码模块	79
6.2.2 R-S 编码模块	80
6.2.3 交织模块	81
6.2.4 载波排序模块	81
6.2.5 TCM /QAM 模块	82
6.2.6 IFFT /FFT 模块	82
6.2.7 循环前缀模块	82
6.2.8 D /A、A /D 转换器	82
6.2.9 均衡器	82
6.3 初始化过程	83
6.3.1 基本功能	83
6.3.2 激活与回应阶段	84
6.3.3 训练阶段	87

6.3.4 信道分析	88
6.3.5 交换阶段	89
6.4 ADSL 的动态速率调整	90
第 7 章 计算机网络开放系统互联	91
7.1 开放系统互联(OSI)参考模型	92
7.2 TCP/IP 网络参考模型与互联	94
7.3 TCP/IP 网际互联的体系结构	95
7.4 TCP/IP 网络协议栈	96
7.4.1 应用层协议	96
7.4.2 传送层协议	97
7.4.3 网络层协议	97
7.4.4 数据链路层	97
7.5 计算机网络地址	97
7.5.1 TCP /IP 网络与子网结构	98
7.5.2 IP 地址的构成	98
7.5.3 基于类别的地址	100
7.5.4 基于无类别路由地址(CIDR)	101
7.6 IPv6 的地址方案	101
7.6.1 IPv6 中的地址配置	102
7.6.2 IPv4 升级到 IPv6 的问题	103
7.7 局域网和广域网	103
7.8 网络通信地址解析	104
7.8.1 ARP 协议原理	104
7.8.2 IP 地址冲突	106
7.8.3 代理 ARP	106
7.8.4 反向 ARP	107
第 8 章 ATM 宽带网络技术	108
8.1 数据通信网络宽带化演进	109
8.1.1 电路方式	109
8.1.2 分组方式	109
8.1.3 帧方式(帧中继)	110
8.1.4 信元方式	110
8.1.5 数据通信网络技术比较	111
8.2 ATM 技术基本原理	111
8.3 ATM 分层结构	114
8.3.1 物理层	114
8.3.2 ATM 层	115

8.3.3 ATM 适配层	116
8.4 ATM 适配	116
8.4.1 AAL1 适用于 A 类业务	116
8.4.2 AAL2 适用于 B 类业务	117
8.4.3 AAL3 /4 适用于 C、D 类业务	117
8.4.4 AAL5 适用于 C 类业务	117
8.5 ATM 交换	118
8.5.1 空分交换和时分交换	118
8.5.2 VP 交换和 VC 交换	119
8.5.3 ATM 信元交换设备	120
8.6 ATM 连接	121
8.7 ATM 拥塞控制	123
8.7.1 ATM 网络拥塞管理的重要性	123
8.7.2 网络拥塞管理的基本思想	123
8.7.3 网络拥塞管理的主要策略	124
8.8 ATM 宽带网络保护	125
8.9 ATM 宽带网络	126
第 9 章 IP over ATM	129
9.1 IP 通信网络传送模型	130
9.2 IP 接入通信网络技术分类	132
9.3 基于 ATM 技术的接入网络框架	132
9.4 IP over ATM 重叠模型	134
9.4.1 IPoA	135
9.4.2 ATM 局域网仿真(LANE)	136
9.4.3 ATM 支持多协议(MPoA)	138
9.5 IP over ATM 集成模型	141
9.6 MPLS 技术	142
9.6.1 MPLS 网络关键技术	142
9.6.2 流量工程机制	144
9.6.3 MPLS QoS 机制	145
9.7 IP over ATM 的优、缺点	146
第 10 章 IP over ATM over ADSL	147
10.1 ATM 网络的 IP 数据封装	148
10.2 PPP 技术	150
10.2.1 PPP 拨号连接	150
10.2.2 PPP 的运行机制	152
10.2.3 PPP 在 ATM 网络中的应用	152

10.2.4	PPP 通信过程	153
10.3	PPPoE 技术	154
10.4	PVC 连接方式	156
10.4.1	端到端的 ATM /ADSL 连接	156
10.4.2	非端到端 ATM /ADSL 连接	157
10.5	SVC 连接方式	158
10.5.1	虚拟 UNI 模式	159
10.5.2	DSLAM 信令模式	159
10.6	ATM 信元的 ADSL 传送	159
10.6.1	宽带网络局端	160
10.6.2	用户接入端功能模块	162
10.7	流量整形	163
第 11 章	ADSL 宽带接入工程应用	164
11.1	ADSL 接入技术应用参考模型	165
11.2	IP 接入连接方式	166
11.2.1	ATM 25 网卡	166
11.2.2	外置式的 ADSL Modem	166
11.2.3	以太网网卡	167
11.3	静态 IP 与动态 IP 接入工程应用	167
11.4	RFC-1483 封装工程应用方式	169
11.4.1	RFC-1483 桥接	169
11.4.2	RFC-1483 路由	170
11.5	PPP over ATM 接入方式	171
11.5.1	PPP-PPTP 接入方式	172
11.5.2	BMTP 接入方式	173
11.5.3	PPP 代理接入方式	174
11.5.4	PPPoE 接入方式	176
11.6	NSP 网关架构	177
11.6.1	端到端与非端到端的 ATM 连接比较	177
11.6.2	LAC 应用方式	178
11.6.3	BAS 应用方式	178
11.7	ADSL 工程接入实现类型比较	179
第 12 章	ADSL 用户端网络配置	180
12.1	局域网中的通信协议	181
12.1.1	内部协议和外部协议	181
12.1.2	NetBEUI 通信协议	182
12.1.3	IPX /SPX 及其兼容协议	182

12.1.4 TCP /IP	183
12.1.5 选择通信协议的原则	184
12.2 ADSL 接入用户端配置	185
12.2.1 用户端硬件安装	185
12.2.2 用户端软件配置	186
12.2.3 PPPoE 虚拟拨号软件的安装和设置	187
12.3 ADSL 用户接入常见故障和应注意的问题	193
12.3.1 局端与用户线路的常见故障和应注意的问题	193
12.3.2 用户端的常见故障和排除方法	193
第 13 章 ADSL 宽带接入网管	195
13.1 ADSL 网络管理系统	196
13.2 网管连接和接口协议	197
13.2.1 EOC 帧的位置安排和结构	197
13.2.2 EOC 消息	198
13.2.3 EOC 协议状态	199
13.3 配置管理功能	200
13.3.1 配置请求信息	201
13.3.2 VP /VC 配置功能	201
13.3.3 VP /VC 配置请求信息	201
13.3.4 ATM 物理链路配置功能	201
13.3.5 VP 路径配置参数	201
13.3.6 其他配置	201
13.4 故障管理功能	201
13.4.1 设备告警	202
13.4.2 通信告警	202
13.4.3 环境告警	202
13.4.4 服务质量告警	202
13.4.5 故障诊断	202
13.5 性能管理功能	203
13.5.1 性能数据的监测和上报	203
13.5.2 当前数据	204
13.5.3 历史性能统计数据	204
13.5.4 周期性收集的性能数据	204
13.5.5 非周期性收集的性能数据	204
13.5.6 性能信息存储功能	204
13.5.7 网络业务量管理	204
13.5.8 性能分析	205
13.5.9 日志管理	205

13.6 安全管理功能	205
13.6.1 定义访问请求者的访问权限	205
13.6.2 保护管理信息不被无权限使用	205
13.6.3 保护管理信息不被传送给无权限的接收者	206
13.7 端口管理功能	206
13.7.1 ATU-R 端口管理	206
13.7.2 ATU-C 端口管理	206
13.7.3 测试功能管理	207
第 14 章 ADSL 接入系统测试	208
14.1 ADSL 接入传送部分测试	209
14.1.1 ADSL G.dmt 系统传输性能测试	209
14.1.2 ADSL G.lite 系统传输性能测试	212
14.1.3 DSLAM 上连光接口测试	213
14.2 ADSL 线路接口协议一致性测试	214
14.2.1 ADSL 线路接口的兼容测试	215
14.2.2 RFC-1483 LLC 封装协议一致性测试	216
14.3 话音信道电气特性测试	216
14.3.1 直流特性	216
14.3.2 话音频带特性	217
14.3.3 话音分离器(Splitter)接口测试	218
14.3.4 话音分离器接口功率谱模板测试	219
14.3.5 用户端口完好率测试	220
14.3.6 用户端上网验证测试	220
14.4 网络管理功能验证	220
14.5 管理业务性能测试	221
14.6 ADSL 的业务验证	221
第 15 章 ADSL 典型应用案例介绍	223
15.1 ADSL 宽带通信应用系统	224
15.2 早期 ADSL 宽带网络的启发	225
15.3 ADSL 接入网络的 PPPoE 应用方式	226
15.3.1 PPPoE 应用认证模式	227
15.3.2 PPPoE 宽带接入的优点	229
15.3.3 PPPoE 接入多用户支持	229
15.4 典型 ADSL 工程应用方式	230
15.4.1 用户单个计算机终端连接	230
15.4.2 电视机+机顶盒应用	231
15.4.3 电视机+单个计算机终端应用	231